



Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento Protezione civile



Regione Siciliana

Presidenza del Consiglio dei Ministri
Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità
Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti
ex O.C.D.P.C. n. 44 /2013 e ss.mm.ii. in materia di bonifiche e tutela delle acque

Accordo di Programma "Per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle aree comprese nel Sito di Interesse Nazionale Area industriale di Milazzo" del 23.02.2011

"Piano della caratterizzazione ambientale delle aree residenziali/sociali/agricole di competenza pubblica, interessate da contaminazione per *fall-out* causata dagli stabilimenti industriali, ubicate in C.da Gabbia nel Comune di Pace del Mela (ME)"



1 - RELAZIONE TECNICA

Il Progettista Dott. Geol. Andrea Lipari	Il Coord. Sicur. fase di Progettazione Ing. Marco Ferrante	Il Responsabile del Procedimento Dott. Geol. Salvo Puccio
--	--	---

Data	N. Revisione	Descrizione
Giugno 2009	0	Prima emissione redatta da Sviluppo Italia Aree Produttive S.p.A.
Giugno 2017	1	Ottemperanza alle prescrizioni di cui al Decreto MATTM prot. n. 1072/TRI/DI del 31.01.2011

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E STORICO	3
2.1. Aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, idrografici	4
2.1.1. Geologia.....	4
2.1.2. Geomorfologia.....	7
2.1.3. Idrogeologia.....	8
2.1.4. Idrografia	9
3. INQUADRAMENTO CLIMATICO DI DETTAGLIO.....	11
3.1. Regime termico	11
3.2. Regime pluviometrico	12
4. AREA D'INTERVENTO.....	14
4.1. Descrizione delle criticità ambientali	14
5. MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE.....	15
5.1. Fonti di inquinamento (potenziali o conclamate)	15
5.2. Percorsi potenziali dell'inquinamento.....	15
5.3. Bersagli dell'inquinamento (potenziali o conclamati).....	15
6. PIANO D'INVESTIGAZIONE INIZIALE	16
7. ESECUZIONE DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	18
7.1. Realizzazione dei fori di sondaggio	19
7.2. Tombatura fori di sondaggio	20
7.3. Rilievo topografico	21
8. CAMPIONAMENTO DEI TERRENI E DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....	22
8.1. Modalità di prelievo dei campioni di terreno.....	22
8.2. Modalità di prelievo dei campioni di acque sotterranee e operazioni sui piezometri	25
8.2.1. Spurgo dei piezometri	25
8.2.2. Prelievo dei campioni di acque sotterranee dai piezometri	26
8.2.3. Rilievo del livello piezometrico.....	27
8.2.4. Log di conducibilità elettrica	27
8.3. Modalità di trasporto e conservazione dei campioni.....	28
9. ATTIVITÀ DI LABORATORIO	30
9.1. Analisi da effettuare sui campioni di terreno.....	31
9.1.1. Dettagli sulla tipologia e sul numero di analisi da eseguire sui terreni.....	31
9.2. Analisi da effettuare sui campioni di acque sotterranee	34
10. GESTIONE DEI RIFIUTI.....	37
11. TEMPISTICA	38

1. PREMESSA

L'Accordo di Programma "Per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle aree comprese nel Sito di Interesse Nazionale Area industriale di Milazzo" (nel seguito "APQ"), sottoscritto in data 23.02.2011 dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (nel seguito "MATTM"), dal Commissario delegato per l'emergenza bonifiche e tutela delle acque in Sicilia, dalla Regione Siciliana, dalla Provincia di Messina, dai Comuni di Milazzo, Monforte San Giorgio, Pace del Mela, San Filippo del Mela e San Pier Niceto ed approvato con Decreto del MATMM prot. N. 1443/TRI/DI/G/SP del 10.05.2011, prevede all'art. 3 la realizzazione di diversi interventi di caratterizzazione ambientale e/o messa in sicurezza, tra i quali figura la "Caratterizzazione ambientale delle aree residenziali/sociali/agricole di competenza pubblica, interessate da contaminazione per *fall-out* causata dagli stabilimenti industriali, ubicate in C.da Gabbia nel Comune di Pace del Mela (ME)".

Nella presente relazione sono esposte le attività iniziali eseguite proprio nell'ambito della suddetta caratterizzazione, consistenti, come previsto dall'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., nella ricostruzione delle attività produttive storicamente svolte sul sito e dell'inquadramento morfo-geo-idrogeologico dello stesso, nell'elaborazione del Modello Concettuale Preliminare del sito e nella predisposizione di un piano di indagini finalizzato alla definizione del locale stato ambientale del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee.

In particolare, l'esecuzione del piano di indagini ambientali consentirà di eseguire le successive attività previste dal suddetto Allegato 2 in materia di caratterizzazione dei siti contaminati, consistenti nell'elaborazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti ai fini della rappresentazione dello stato di contaminazione del sito, nell'elaborazione del Modello Concettuale Definitivo del sito e dell'eventuale Analisi di Rischio di rischio sanitario ambientale sito-specifica, necessaria solo in caso di superamento delle CSC di cui all'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

Si precisa che la presente relazione rappresenta la revisione di quella originaria del giugno 2009 redatta da Sviluppo Italia Aree Produttive S.p.A. (rif. Documento APA-GABB-09-M-PDCA-001) ed acquisita dal MATTM al prot. n. 14704/QdV/DI del 13.07.2009, i cui contenuti saranno comunque in buona parte riportati pedissequamente nelle seguenti pagine. Tale revisione si è resa necessaria al fine di ottemperare alle prescrizioni contenute nel provvedimento di approvazione del piano di che trattasi rilasciato dal MATMM, costituito dal Decreto prot. n. 1072/TRI/DI del 31.01.2011 (nel seguito "Parere MATTM") di cui all'Elaborato n. 12 - Autorizzazioni.

Per quanto concerne infine il tema della tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, ivi compresi i pertinenti rischi derivanti dal possibile rinvenimento di ordigni bellici inesplosi nei cantieri interessati da attività di scavo, si rimanda integralmente all'Elaborato n. 3 - Piano di sicurezza e coordinamento.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E STORICO

Il territorio d'indagine ricade lungo la zona costiera della Sicilia nord-orientale, in una fascia compresa tra i bacini idrografici del Fiume Niceto e del Fiume Mela che si sviluppa da nord a sud dal Mar Tirreno fino ai Monti Peloritani. In particolare, le aree d'intervento sono ubicate nella cartografia Ufficiale d'Italia IGM serie 25/V al foglio 253 1 SO Milazzo e sono inserite nel Sito di Interesse Nazionale "Area industriale di Milazzo" (nel seguito "SIN") istituito ai sensi dell'art. 1, comma 561, della Legge n. 266/2005 e perimetrato con Decreto MATTM n. 2764/QdV/M/DI/B del 11.08.2006 (vedi fig. 1).

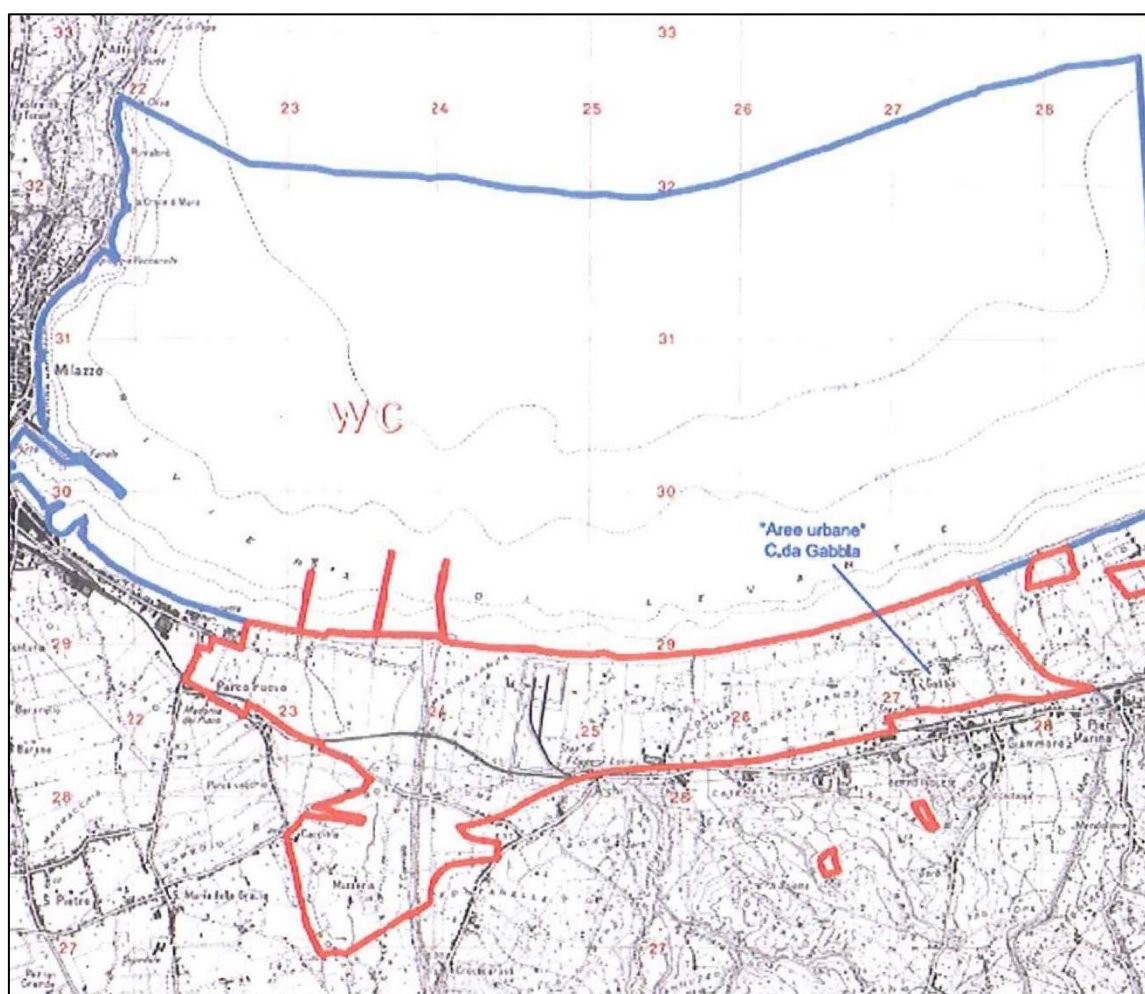


Figura 1: Perimetrazione del S.I.N. di Milazzo ai sensi del D.M. 11.08.2006
(Fonte: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare)

Come visibile nella "Ortofoto d'inquadramento territoriale" di cui all'Elaborato n. 2 - Carte Tematiche, le attività di caratterizzazione verranno effettuate in corrispondenza delle aree residenziali/sociali/agricole di competenza pubblica ubicate in C.da Gabbia nel Comune di Pace del Mela (ME), interessate da contaminazione per fall-out causata dagli stabilimenti industriali.

Tali aree di competenza pubblica occupano una superficie complessiva di circa 17 ha e sono intercluse tra aree private di proprietà delle aziende di seguito elencate, occupate nella maggior parte dei casi da edifici dismessi e abbandonati, talvolta in condizioni fatiscenti (vedi fig. 2):

- Enel;
- Acquedotto industriale;

- Officine Meccaniche Nardelli (motori marini);
- La Metallica (carpenteria metallica);
- Celertrasporti (trasporti);
- Rizzo Marmi (lavorazione e vendita di marmi, graniti e pietre);
- Officine calcagno (costruzioni meccaniche);
- D'Angelo (ossigeno, azoto e acetilene);
- Prefabbricati del Tirreno (prefabbricati in cemento armato);
- Citrus Vita (lavorazione agrumi);
- Finagrumi (lavorazione agrumi);
- F.Ili Raimondi (infissi in alluminio);
- Pugliesi (pastificio);
- Mediterranea Grassi (produzione mangimi);
- Tess (tecnologie elettroniche);
- Simone Gatto (lavorazione agrumi);

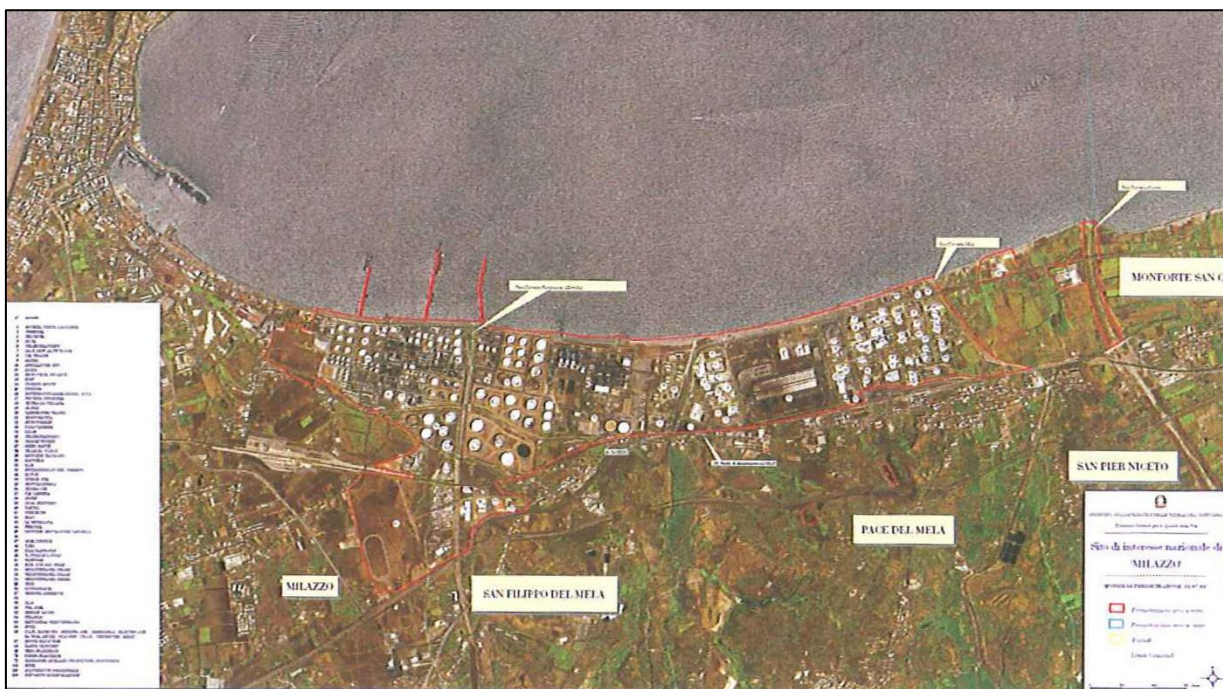


Figura 2: Aziende ricadenti nel SIN di Milazzo

2.1. Aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, idrografici

Di seguito viene illustrata una sintesi delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e idrografiche dell'area di intervento.

2.1.1. Geologia

L'area d'intervento è inclusa nei bacini idrografici dei torrenti Corriolo, Muto e Niceto, ricadenti nel settore Nord-orientale dei Monti Peloritani. Geologicamente questo settore rappresenta l'estremo

lembo meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano, struttura arcuata che raccorda l'Appennino con le Maghrebidi siciliane. L'Arco Calabro-Peloritano, risulta tettonicamente sovrapposto (AMODIO MORELLI et al., 1976) ed in parte sovrascorso lungo la congiungente Taormina - S. Agata Militello ("Linea di Taormina" di SCANDONE et al., 1974) sui terreni che costituiscono l'ossatura dei Monti Nebrodi. I Monti Peloritani, così come tutto l'Arco Calabro-Peloritano, risultano costituiti da estesi affioramenti di rocce ignee e metamorfiche di età ercinica che non mostrano alcun riscontro nel resto delle Maghrebidi siciliane.

In particolare, in questa catena montuosa, è ben rappresentato un complesso edificio tettonico a falde di ricoprimento (Complesso Calabride di OGNIBEN, 1960; 1969) caratterizzato da diverse unità stratigrafico strutturali a vergenza meridionale, accavallate sulle unità più interne delle Maghrebidi siciliane (Flysch di Monte Soro).

Le unità tettoniche più profonde di questo edificio affiorano sui versanti meridionale ed occidentale dei Monti Peloritani e sono costituite da falde a basamento semi-metamorfico ercinico con lembi di originarie coperture sedimentarie meso-cenozoiche.

La sovrapposizione di queste unità, definita recentemente da LENTINI et al., 2000, è rappresentata dal basso verso l'alto da:

- Unità di Capo S. Andrea;
- Unità di Longi-Taormina;
- Unità di S. Marco d'Alunzio.

Nel settore settentrionale dei Monti Peloritani affiorano, invece, le unità tettoniche geometricamente più elevate, rappresentate da falde cristalline erciniche, costituite da terreni di grado metamorfico più elevato e da plutoniti:

- Unità di Mandanici;
- Unità dell'Aspromonte.

L'edificio Calabride così strutturato nel Miocene inf. - medio sovrascorre i terreni della Catena Appennino-Maghrebide, originando una serie di piccoli bacini che ospitano la sedimentazione della Fm. del Flysch di Capo d'Orlando, conosciuto in letteratura anche come "Formazione di Stilo-Capo d'Orlando" (BONARDI et al., 1980), interrotta dalla messa in posto della falda costituita dalle Argille Variegate cretaco-eoceniche, denominata "Antisicilide" (OGNIBEN, 1960). Esse rappresentano il prodotto di un ricoprimento tettonico caratterizzato da una vergenza opposta rispetto a quella generale, sud-vergente, delle varie Unità Calabridi. Al di sopra delle Argille Variegate Antisicilidi si rinvengono le successioni mioceniche (Calcareniti di Floresta e sovrastanti argille marnose con intercalazioni di calcareniti) a testimonianza di una ripresa della sedimentazione, interrotta durante la messa in posto della falda antisicilide.

Segue una successione sedimentaria post-orogena, depostasi in seguito alla fase tettonica distensiva tortoniana. La base è rappresentata da una spessa successione di depositi terrigeni in facies di ambiente

costiero-deltizio con ripetuti orizzonti conglomeratici, composti da elementi derivanti da tutte le Unità Calabridi, passanti verso l'alto e lateralmente ad un'alternanza arenaceo-argillosa.

Verso l'alto seguono in modo discontinuo terreni evaporitici, connessi al progressivo prosciugamento che caratterizzò l'intero Bacino del Mediterraneo durante il Messiniano; nell'area Peloritana sono rappresentati principalmente da calcari e brecce calcaree. Questi sono sormontati trasgressivamente da un deposito pelagico, composto da marne e marne sabbiose in facies di "Trubi", deposti all'inizio del Pliocene, durante la fase di risalita del livello del mare che segue la fine della crisi di salinità.

Al di sopra, si passa alla sequenza del Pliocene sup.-Pleistocene inf. che fa seguito alla fase tettonica medio-supra pliocenica. I depositi, indicativi di un distinto ciclo sedimentario, consistono prevalentemente in calcareniti organogene, calcari e brecce a coralli, sabbie ed argille, la cui distribuzione areale è stata controllata da una forte tettonica sin-sedimentaria.

La successione prosegue con la Formazione delle "Sabbie e Ghiaie di Messina", del Pleistocene medio, che consiste in un deposito fluvio - deltizio dato da sabbie e ghiaie grossolane poligeniche clinostratificate; facies transizionali da marine a continentali, che vanno a colmare depressioni morfologiche pre-esistenti, quali paleovalli e/o canyon sottomarini, ricoprono trasgressivamente tutti i termini sottostanti ed inoltre vanno a sigillare i principali lineamenti morfo-tettonici.

Dal punto di vista tettonico, l'edificio stratigrafico-strutturale presenta uno stile di tipo compressivo con sforzi deformativi tangenziali a vergenza principale verso sud, che ha generato un sistema di pieghe, falde di ricoprimento e sovrascorrimenti con assi strutturali generalmente orientati E-W, includendo strutture trasversali con funzione di "svincolo" cinematico, rappresentate da sistemi di faglie trascorrenti caratterizzate da una discreta componente verticale (strike-slip) con orientazione NW-SE. A partire dal Miocene, l'apertura del bacino tirrenico ha determinato la sovrainposizione di una tettonica distensiva manifestatasi attraverso la attivazione di faglie dirette orientate ENE-WSW (sistema peritirrenico).

Sul lato tirrenico, sistemi di faglie ad orientazione ENE-WSW (sistema peritirrenico), disposte parallelamente alla linea di costa, abbassano verso mare le formazioni sedimentarie mioceniche, plioceniche e quaternarie rispetto ai termini del substrato metamorfico.

Dal punto di vista strutturale, l'area Peloritana rappresenta una zona di ampio sollevamento regionale ("Horst Peloritano"), con trend assiale circa NE-SW ed immersione verso NE, delimitata ai suoi margini jonico e tirrenico da zone abbassate da sistemi di faglie normali orientati NE-SW (sistema Messina-Giardini) ed ENE-WSW (sistema peritirrenico) riferibili alla fase essenzialmente distensiva che ha avuto luogo nel Pliocene superiore - Pleistocene inferiore.

Il settore orientale dei Monti Peloritani è limitato verso ovest dalla faglia nota in letteratura come "Tindari-Letojanni" orientata NW-SE con movimenti trascorrenti destri, questa è parte di una zona di taglio destro che separa il settore nordorientale dell'isola dall'area collisionale nebrodica responsabile dell'avanzamento verso sud-est del settore peloritano (LENTINI et al., 1995; CATALANO et al., 1997).

La prosecuzione di questa zona di taglio verso il Tirreno, è stata riconosciuta da linee sismiche a mare (DEL BEN, 1997), che evidenziano una geometria di faglie compatibile con un carattere trastensivo della deformazione ed al quale sono associate le strutture, che controllano l'attuale margine tirrenico.

Sul lato jonico, le faglie del sistema Messina-Fiumefreddo controllano la struttura a Graben dello Stretto di Messina, stretto bacino triangolare che separa il Mar Ionio dal Mar Tirreno, parallelamente alla linea di costa, e abbassano le formazioni sedimentarie mioceniche, plioceniche e quaternarie, rispetto ai termini del substrato metamorfico.

Secondo i dati raccolti sul lato tirrenico le linee tettoniche affioranti a terra non mostrano segni di riattivazioni recenti o sub-attuali, è prevedibile, quindi, che le linee tettoniche responsabili del sollevamento ancora in atto siano poste nelle aree sommerse.

Più complesso è il quadro relativo alle faglie normali che controllano la costa ionica dei Peloritani; quest'ultime, responsabili di rigetti di notevole entità in epoca recente, mostrano a terra solo a tratti segni di riattivazione recente, mentre gran parte dell'attività pare concentrata anche in questo caso su faglie a mare. L'attività di queste faglie ha garantito tassi di sollevamento comparabili a quello del lato tirrenico (LENTINI et al., 2000).

L'importante attività neotettonica di tali lineamenti è testimoniata dalle quote raggiunte dai depositi del Pleistocene Inf. e soprattutto da quelle dei terrazzi tirreniani dislocati lungo la fascia ionica fino a quota di circa 125 m s.l.m.. L'area mostra dunque un alto tasso di sollevamento in tempi recenti.

La zona dei Peloritani, come quella dei Nebrodi e delle Madonie, è storicamente un'area sismicamente attiva in accordo con le sue caratteristiche geologicostrutturali e mostra un'elevata scuotibilità risentendo anche della sismicità del Tirreno.

2.1.2. Geomorfologia

La fascia costiera della pianura alluvionale prospiciente la costa tirrenica, presenta debolissime pendenze verso nord, e si presenta poco incisa, intensamente urbanizzata e coltivata. La pianura costiera rappresenta il prodotto degli apporti solidi dei principali torrenti; difatti, i sedimenti trasportati si sono depositati allo sbocco delle aste vallive e sono stati in parte distribuiti dal moto ondoso e dalle correnti marine a formare la parte di pianura alluvionale più prossima alla costa e, in parte, si sono progressivamente accumulati nei conoidi di deiezione, coalescenti e variamente inclinati, che raccordano la pianura con i rilievi collinari a meridione.

Procedendo verso l'entroterra, la pianura alluvionale lascia il posto a forme sub pianeggianti terrazzate che si distribuiscono lungo il fondovalle e alla sommità delle colline che si affacciano sulla costa. Esse rimangono limitate da versanti a modesta acclività e solo localmente accidentate; si tratta di rilievi costituiti da rocce sedimentarie argillose-sabbiose-calcarenitiche o sabbioso-ghiaiose del ciclo sedimentario Plio-Pleistocenico, talora parzialmente cementate.

2.1.3. Idrogeologia

Sulla base delle caratteristiche granulometriche, tessiturali, di addensamento, del tipo e grado di fratturazione e sua distribuzione spaziale, ecc. si è proceduto alla valutazione del tipo e grado di permeabilità relativa dei terreni affioranti nell'area vasta ove ricadono le aree residenziali/sociali/agricole di C.da Gabbia. Le condizioni di permeabilità di terreni affioranti nei bacini possono essere così schematicamente riassunte:

Terreni a permeabilità elevata per porosità

- Depositi Detritici e colluviali;
- Alluvioni attuali e recenti di fondovalle e della pianura costiera;
- Depositi alluvionali antichi/ fluviali o marini terrazzati,

Terreni a permeabilità medio-alta per porosità e/o fratturazione

- "Sabbie e ghiaie di Messina",
- Calcareniti e Sabbie Plio-Pleistoceniche;
- Calcare evaporitico brecciato;

Terreni a permeabilità media per fratturazione e/o porosità

- Litofacies arenaceo-pelitica della sequenza terrigena supra-miocenica dei Monti Peloritani;
- Litofacies conglomeratiche basali della sequenza terrigena supramiocenica dei Monti Peloritani e del Flysch di Capo d'Orlando;
- Metamorfiti di medio-alto grado dell'Unità dell'Aspromonte e Calcari cristalli dell'Unità di Mandanici (ex Novara).

Terreni a permeabilità molto bassa:

- Argille Azzurre pleistoceniche;
- Calcari marne calcaree in facies di "Trubi";
- Argille Scagliose varicolori.

Passando più nello specifico alla fascia costiera ove insistono le aree residenziali/sociali/agricole di C.da Gabbia, la composizione litologica e l'assetto strutturale del sottosuolo comportano la presenza di due acquiferi sovrapposti separati da un livello acquicludo a morfologia irregolare, costituito da argille marnose fossilifere pleistoceniche. L'acquifero soprastante detto livello acquicludo è dato da depositi di spiaggia, depositi alluvionali recenti e attuali e depositi litorali a granulometria per lo più medio-grossolana, a permeabilità elevata per porosità, i quali ospitano una falda libera che defluisce in linea di massima da Sud verso Nord, intensamente sfruttata per uso idropotabile, irriguo ed industriale.

In base ai dati di letteratura e d'esperienza locale disponibili, lo spessore dell'acquifero superficiale di che tattasi all'interno del SIN è generalmente compreso tra 15 e 20 m, ma raggiunge valori massimi intorno ai 50 m nell'area posta ad Ovest delle aree d'interesse. Per quanto riguarda la soggiacenza della falda libera, nella "Carta delle isofreatiche" di cui all'Elaborato 2 - Carte Tematiche, prodotta al fine di ottemperare a specifica prescrizione di cui al Parere MATTM, è possibile osservare come in

corrispondenza delle aree residenziali/sociali/agricole di C.da Gabbia la suddetta soggiacenza sia compresa tra circa 2 m e circa 4 m.

Passando all'acquifero sottostante il livello acquifero argilloso-marnoso, lo stesso è dato da depositi calcarenitico-sabbiosi d'età plio-pleistocenica, a permeabilità medio-alta per porosità e/o fratturazione, che possiedono uno spessore massimo di circa 150 m. L'acquifero profondo in argomento ospita una falda confinata dotata di elevato carico piezometrico, circostanza che determina nella fascia costiera marcati fenomeni di fluenza in alcuni pozzi e un livello prossimo alla quota del livello del mare in altri.

2.1.4. Idrografia

Tutti i corsi d'acqua presentano un regime idrologico marcatamente torrentizio, tipico delle "Fiumare", strettamente dipendente dalla distribuzione delle precipitazioni, con deflussi superficiali, scarsi o assenti nei periodi asciutti. Nel complesso la conformazione del reticolato idrografico, stante il sollevamento della catena, risulta in continua evoluzione determinando, in concomitanza di eventi piovosi eccezionali, frequenti nei mesi autunnali e invernali, deflussi notevoli con piene tumultuose e portate solide cospicue.

L'area da caratterizzare ricade nel bacino imbrifero del Torrente Muto, il quale come descritto nel vigente "Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico della Regione Siciliana" e in particolare nella relazione illustrativa del "Bacino Idrografico del torrente Muto (005)" è caratterizzato da una forma pressoché a foglia allungata, con larghezza massima nella parte centrale del bacino e progressivo restringimento sia nella porzione di testata che in quella terminale, forma tipica dei bacini con scarso reticolo di affluenti laterali, allungata secondo la direzione S-N si chiude a imbuto verso la costa tirrenica.

Il bacino in parola si estende complessivamente su una superficie di circa 39,54 km², con un perimetro di circa 39,80 km ed una larghezza massima di circa 4,99 km nella porzione mediana del bacino, che si riduce progressivamente fino a 850 m nella porzione più a monte ed a 350 metri nel tratto terminale che solca la pianura costiera.

La quota massima del bacino, pari a 1.296,6 metri s.l.m. (Pizzo Martareddi), rappresenta anche il punto sorgente del ramo principale, mentre il punto più distante dalla foce (14,0 km) risulta ubicato 350 m più a nord di quest'ultima cima in corrispondenza di Ula Salagone (1.209,3 m). La lunghezza complessiva dell'asta principale è di circa 18,52 km e la pendenza media è del 5,24%.

Il corso d'acqua principale ha andamento leggermente tortuoso con direttrice principale circa S-N; dopo la confluenza da sinistra del Torrente Canalicchio, a sud dell'abitato di San Pier Marina e poco prima di far ingresso nella pianura costiera, subisce una curvatura verso Ovest ed assume un andamento rettilineo NW-SE.

Tra gli affluenti principali del bacino predominano per dimensione del loro bacino imbrifero il

Torrente di Divale (9,26 km²) ed il Torrente Canalicchio (6,69 Km²) affluenti in destra idrografica dell'asta principale, che insieme rappresentano il 40% dell'intero bacino.

Il reticolo idrografico superficiale del ramo principale e dei due affluenti più importanti, di cui si è detto, si presenta scarsamente articolato e gerarchizzato, dove i rami fluviali secondari ad andamento tendenzialmente rettilineo, di breve lunghezza e notevole pendenza, hanno inciso il substrato metamorfico e flyschioide ed hanno formato una serie di valli strette ed incassate, disegnando in pianta un pattern idrografico sub-dendritico tendente a pinnato. Nelle zone dove prevalgono in affioramento i termini argillosi il reticolo è mediamente ramificato e costituito da incisioni a solchi poco profondi, con i rami fluviali maggiori che disegnano in pianta un pattern lineare.

3. INQUADRAMENTO CLIMATICO DI DETTAGLIO

Per delineare il quadro climatico della zona di interesse si è fatto uso dei dati riportati nel già menzionato “Piano stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico della Regione Siciliana”, riguardanti in particolare:

- Bacino Idrografico della Fiumara di Niceto e centro abitato di Rometta (004);
- Bacino Idrografico del torrente Muto (005);
- Bacino Idrografico del torrente Corriolo (006) - Area territoriale tra i bacini del T. Muto e del torrente Corriolo (006a) e Area territoriale tra i bacini del torrente Corriolo e del T. Mela (006b).

Data l'estensione della zona è stato ritenuto opportuno analizzare i dati di temperatura e piovosità provenienti dalle stazioni poste nei bacini sopra detti assumendo che l'andamento climatico descritto da tali dati fosse caratteristico della zona di interesse.

Nella seguente tabella sono riportate le stazioni termo-pluviometriche e pluviometriche, poste nelle vicinanze dell'area di progetto, con le loro caratteristiche.

Stazione	Anni di Osservazione	Strumento	Quota (M S.L.M.)	Coordinate UTM	
				Nord	Est
Antillo	1965-1994	Pluviometro	480	4202216 N	521960 E
Barcellona	1965-1993	Pluviometro	104	4220710 N	518989 E
Calvaruso	1965-1994	Pluviometro	270	4230021 N	539394 E
Castroreale	1965-1994	Pluviometro	399	4217003 N	518998 E
Floresta	1965-1994	Termopluviometro	1250	4204039 N	492682 E
Milazzo	1965-1994	Pluviometro	2	4231469 N	521195 E
Monforte	1965-1994	Pluviometro	320	4222598 N	533598 E
Montalbano El.	1965-1994	Pluviometro	907	4207734 N	500000 E
S. Fratello	1965-1994	Termopluviometro	690	4207809 N	464887 E
S. Lucia Del Mela	1965-1987	Pluviometro	280	4220717 N	524832 E
Tindari	1965-1984	Termopluviometro	280	4220680 N	504382 E
S Saba	1965-1994	Pluviometro	24	4237330 N	543767 E

Tabella 1: Caratteristiche delle stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche
(Fonte: PAI Bacini Idrografici 004-005-006, Regione Siciliana, anno 2004-2006)

3.1. Regime termico

Per l'analisi delle condizioni termometriche si è fatto riferimento ai dati mensili registrati dalle 3 stazioni termo-pluviometriche di Floresta, San Fratello, e Tindari.

Stazione	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Floresta	3.8	3.8	5.7	8.3	13.3	17.3	20.3	20.4	17,1	12.3	8.2	4.9	11.28
San Fratello	9.2	9.4	10.9	12.9	17.1	20.5	23.6	24.1	22	18.2	13.8	10.6	16.03
Tindari	10.6	10.8	11,9	13.9	17.7	21.4	24,0	24.5	22.1	18.5	14,8	12.0	16.85
Media	7.9	8.0	9.5	11.7	16.0	19.7	22.6	23.0	20.4	16.3	12.3	9.2	14.72

Tabella 2: Temperatura media mensile in gradi Celsius nel periodo di osservazione 1965-1994
(Fonte: PAI Bacino Idrografico 004-005-006, Regione Siciliana, anno 2006)

Sulla base dei dati delle poche stazioni disponibili, si desume che la distribuzione delle temperatura è condizionata dall'altitudine; si rileva una modesta diminuzione fino alla quota dei 700 m s.l.m., mentre alle quote più elevate i valori si abbassano sensibilmente, come si riscontra nella stazione di Floresta (1.250 m s.l.m.) ubicata sul crinale dei Peloritani.

Il regime termometrico nel versante tirrenico della Sicilia nord-orientale e, più in particolare, dell'area in esame è tale da determinare l'aggregazione del territorio in quattro fasce, corrispondenti a diversi valori della temperatura media annuale. In generale la distribuzione delle temperature è condizionata dall'altitudine, con valori estremamente bassi nelle zone più prossime al crinale della catena peloritana.

Si distingue, alle quote più basse, una fascia costiera con valori di Tm pari a 18-19 °C, una fascia basso collinare, con Tm di 17-18 °C, una fascia intermedia di tipo collinare e di bassa montagna con Tm di 15-17 °C ed una fascia interna di montagna prossima al crinale peloritano con Tm di 12-15 °C.

In base al range di valori assunti dalla temperatura media annuale e dalla precipitazione media annuale, è quindi possibile distinguere il clima della fascia costiera come arido nel periodo compreso tra i mesi di maggio e settembre e temperato nei restanti mesi; mentre nella fascia intermedia ed in quella più interna il periodo arido si riduce ai soli mesi di giugno, luglio ed agosto, temperato da agosto a novembre e da aprile a giugno, freddo da novembre a marzo.

L'escursione termica media annua è di circa 18 °C nella fascia montana e si riduce a circa 14 °C nella fascia costiera, in seguito all'effetto di mitigazione climatica operato dal Mare Tirreno alle quote più basse. Tale effetto si ripercuote anche sui valori estremi e più precisamente: nelle fasce costiera ed alluvionale i valori medi delle temperature minime sono di circa 9 °C, nella fascia basso collinare sono di circa 7 °C, mentre a quote superiori a 450 metri s.l.m. sono di circa 5 °C con estremi di circa 1 °C alle quote più elevate; i valori medi delle temperature massime nella zona di costa, come anche nella fascia altimetrica compresa tra i 450 metri ed i 1000 metri s.l.m., oscillano tra i 28 °C ed i 30 °C, con temperature massime assolute di 40 °C; nella fascia altimetrica tra i 50 metri ed i 450 metri s.l.m. i valori medi subiscono un incremento oscillando tra i 30 °C ed i 32 °C, mentre alle quote più elevate raramente superano i 28 °C.

3.2. Regime pluviometrico

Le precipitazioni della provincia di Messina assumono un valore medio annuo di circa 808 mm, più elevato di quello medio regionale (637 mm). In particolare, il versante tirrenico dei Monti Peloritani si caratterizza per valori medi annui delle precipitazioni di circa 770 mm nelle zone costiere e collinari, mentre nelle zone più prossime al crinale i valori raggiunti superano talora i 1300 mm. Questi valori della piovosità sono correlabili agli apporti di masse di aria umida da parte dei venti spiranti da nord-ovest,

Prendendo in considerazione i valori annuali di precipitazione ad un livello di probabilità di non superamento pari al 50%, nell'area in esame si distingue una zona che comprende buona parte della pianura di Milazzo e Capo Milazzo dove le precipitazioni medie annue sono 600-700 mm, una zona che comprende per intero l'area territoriale tra il Torrente Muto e il Torrente Corriolo e la porzione settentrionale del bacino del Torrente Corriolo con valori medi tra 700-800 mm e la zona meridionale fino allo spartiacque compresa nel range 800-1000 mm.

Per l'analisi delle condizioni pluviometriche, si è fatto riferimento ai dati registrati nelle stazioni pluviometriche più prossime ai bacini idrografici considerati.

Stazione	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Antillo	214.2	154.6	143.8	88.7	51.3	15.9	12.0	21.8	70,6	162.5	143.6	218.7	1297,7
Barcellona	87.3	79.1	78.8	50.0	34.4	15.7	11.2	26.2	48.4	97.3	86.0	100.3	714.7
Calvaruso	128.4	119.4	96.6	76.7	36,7	21.1	13.1	23.6	57	117.4	129	127.1	946.1
Castroreale	107.0	87,3	88,8	58.9	36,1	16,3	13.4	18.5	45.7	99.9	86.6	117,2	775.7
Floresta	165.4	152.3	115.6	108.2	58.5	27.0	21.7	29.5	56.8	102.3	108.8	175.9	1122.8
Milazzo	78.4	68.2	60.7	44.3	26.8	14.8	15.2	18,4	53,8	91.5	76.3	88.7	637.1
Monforte	132,5	110.8	93,6	64.0	36.5	18.3	13.5	26.4	48,4	109.5	106,7	144.4	904.6
Montalbano El.	146.4	131.5	109.7	79,9	41.5	24 4	17.1	27.7	56,5	96.3	93.8	136.3	961.1
S. Lucia del Mela	116,4	89.9	87.7	56,0	35.5	14.8	14.0	27.4	52.3	123.5	102.7	134.5	854.7
S. Saba	88.5	79,3	78.0	52,6	24.8	12.7	16,8	17.8	44.8	84.6	94.8	99.5	694.2
Media	126.5	107.2	95.3	67.9	38.2	18.1	14.8	23.7	53.4	108.5	102.8	134.3	894,4

**Tabella 3: Piovosità media mensile espressa in mm, per il periodo di osservazione 1965-1994
(Fonte: PAI Bacino Idrografico 004, 005 e 006, Regione Siciliana, anno 2006)**

Nell'arco dell'anno solare il periodo più piovoso risulta essere quello autunno-invernale, con i mesi di dicembre e gennaio più piovosi di ottobre, novembre e marzo; nei restanti mesi le precipitazioni sono scarse o assenti.

Il regime pluviometrico è fortemente influenzato dalla orografia e dalla prevalenza dei venti di nord-ovest, apportatori di masse umide, provenienti dal Tirreno; in particolare, la catena montuosa peloritana che si estende a ridosso del mare rappresenta un ostacolo fisico esercitando un effetto barriera nei confronti delle correnti aeree provenienti dal Tirreno e dallo Jonio. Tale fenomeno è testimoniato dai valori medi annui delle precipitazioni tra i più alti dell'isola.

4. AREA D'INTERVENTO

4.1. Descrizione delle criticità ambientali

Le aree residenziali/sociali/agricole di C.da Gabbia sono ricomprese nel più vasto agglomerato industriale di Milazzo-Giammoro e pertanto potenzialmente esposte a fonti di contaminazione diretta/indiretta delle matrici ambientali (vedi fig. 3).



Figura 3: Documentazione fotografica relativa delle aree residenziali/sociali/agricole di C.da Gabbia

Dette aree sono localizzate lungo un settore di fascia costiera delimitato ad est dal Torrente Muto, che per la maggioranza del suo percorso a monte dell'area indagata costeggia varie coltivazioni, e ad ovest dalla Raffineria di Milazzo.

In base alle superiori informazioni, i possibili contaminanti d'interesse sono costituiti da:

- fitofarmaci, composti contenenti azoto e fosforo, solfati, rame e stagno in correlazione all'attività agricola;
- metalli pesanti, composti contenenti azoto e fosforo in correlazione agli scarichi industriali.

5. MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE

5.1. Fonti di inquinamento (potenziali o conclamate)

Le fonti potenziali di inquinamento sono connesse sia alle attività realizzate nell'area industriale che circonda le aree residenziali/sociali/agricole di C.da Gabbia, sia alle attività agricole eseguite nelle aree a monte.

5.2. Percorsi potenziali dell'inquinamento

Le vie di migrazione della contaminazione sono legate principalmente alle caratteristiche del sottosuolo ed alle sue caratteristiche di permeabilità, ammettendo che i principali meccanismi di trasporto siano:

- percolazione di sostanze inquinanti per attraversamento da parte delle acque meteoriche delle sostanze inquinanti utilizzate negli stabilimenti industriali, con conseguente inquinamento del sottosuolo, terreni ed acque sotterranee;
- percolazione di sostanze inquinanti per attraversamento da parte delle acque meteoriche delle sostanze inquinanti utilizzate nelle aree agricole a monte dell'area oggetto di caratterizzazione;
- eventuale migrazione di vapori e/o polveri inquinate dagli stabilimenti industriali.

5.3. Bersagli dell'inquinamento (potenziali o conclamati)

Il bersaglio della contaminazione è da individuarsi principalmente nelle acque di falda che intercettano le sostanze liscivate dalle acque meteoriche, che riescono così a percolare nei terreni, e di conseguenza la popolazione e gli animali, possibili fruitori delle aree.

6. PIANO D'INVESTIGAZIONE INIZIALE

Di seguito viene descritto il piano di investigazione, redatto ai sensi delle caratteristiche dei luoghi rilevate, nonché all'attuale normativa vigente in materia di caratterizzazione ambientale.

Il piano proposto prevede di eseguire indagini finalizzate alla conoscenza dello stato di contaminazione dei luoghi quale attività propedeutica alla progettazione di eventuali interventi di messa in sicurezza, bonifica e/o risanamento ambientale. Le indagini previste hanno l'obiettivo di:

- verificare l'esistenza e le caratteristiche di inquinamento nei suoli e nelle acque sotterranee;
- determinare la distribuzione spaziale (orizzontale e verticale) delle concentrazioni dei contaminanti;
- definire il grado e l'estensione volumetrica dell'inquinamento;
- ricostruire le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area al fine di sviluppare il modello concettuale definitivo del sito;
- individuare le possibili vie di dispersione/migrazione degli inquinanti ed i potenziali recettori.

In sintesi le attività previste sono:

- Esecuzione di n. 16 sondaggi a carotaggio continuo nel suolo, di cui 8 sino alla profondità di -10 m dal p.c. e n. 8 da attrezzare a piezometro spinti fino a -15 m;
- Prelievo dai suddetti piezometri, dopo spurgo preventivo, di n.8 campioni di acqua di falda;
- Prelievo di n. 16 di campioni di top soil;
- Prelievo di n. 88 campioni di terreno per le indagini chimico-analitiche, a differenti profondità;
- Esecuzione di n. 88 analisi di laboratorio sui campioni di terreno prelevati;
- Esecuzione di n. 8 test di cessione su campioni di terreno prelevato dalle carote estratte (1 campione ogni due punti di sondaggio/piezometro);
- Analisi di laboratorio sui n. 8 campioni di acque di falda prelevati;
- Misure di campo.

Considerato che le aree da caratterizzare sono di tipo urbano l'ubicazione di massima dei punti di campionamento è stata effettuata con un numero di sondaggi pari a 1 ogni 10.000 m². Qualora nelle suddette aree dovessero individuarsi potenziali sorgenti puntuali di contaminazione o altri elementi di criticità ambientale, si provvederà, a valle di tali punti, all'esecuzione di ulteriori sondaggi.

La distribuzione dei sondaggi e la relativa profondità è stata verificata in campo e, a causa della presenza di strutture di origine antropica (ferrovie, rilevati, recinzioni murarie, ecc.), la tecnica prescelta prevede l'utilizzo di un carotiere a carotaggio continuo.

Nella seguente Tabella 4 si riporta il dettaglio dei sondaggi da effettuare, con le relative coordinate geografiche, la lunghezza, la tipologia esecutiva e l'eventuale presenza di battenti d'acqua.

Codice Sondaggio	Coordinate (m)		Profondità (m)	Campioni da prelevare	Campioni da Analizzare
	E	N			
S01	527046,12	4228539,44	10	5	5
S02	527222,59	4228692,90	10	5	5
S03	527239,99	4228597,31	10	5	5
S04	527357,17	4228688,46	10	5	5
S05	527663,77	4228626,18	10	5	5
S06	527716,33	4228788,86	10	5	5
S07	527873,67	4228572,72	10	5	5
S08	527795,99	4228543,32	10	5	5
PZ01	526867,45	4228616,84	15	6	6
PZ02	527076,50	4228437,45	15	6	6
PZ03	527109,05	4228641,44	15	6	6
PZ04	527484,49	4228728,24	15	6	6
PZ05	527508,59	4228571,11	15	6	6
PZ06	527671,84	4228742,71	15	6	6
PZ07	527701,32	4228486,04	15	6	6
PZ08	527885,05	4228507,15	15	6	6
TOTALE				88	88

Tabella 4: Dettagli dei sondaggi proposti

In corrispondenza di ognuno dei sondaggi sopra elencati si provvederà al prelievo di n. 5 campioni di terreno negli intervalli 0 - 0,10 m, 0,50 - 1,00 m, 2,00 - 3,00 m, 4,00 - 5,00 m e 9,00 - 10,00 m (fondo foro) per le perforazioni eseguite fino alla profondità di 10m.

Di contro, per le perforazioni eseguite fino alla profondità di 15 m si preleveranno n. 6 campioni di suolo secondo gli intervalli di seguito riportati: intervalli 0 - 0,10 m, 0,50 - 1,00 m, 2,00 - 3,00 m, 4,00 - 5,00 m, 9,00 - 10,00 m e 14,00-15,00 m (fondo foro).

L'ubicazione dei sondaggi e dei piezometri riportata nella pertinente carta di cui all'Elaborato n. 2 - Carte Tematiche, sebbene definita in base ai sopralluoghi effettuati, è da ritenersi comunque orientativa e potrà essere ridefinita anche sulla base delle eventuali verifiche effettuate in campo con l'ente di controllo.

7. ESECUZIONE DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI

Le operazioni relative all'esecuzione dei sondaggi (comprese quindi l'ubicazione, il posizionamento, l'assistenza tecnica in corso d'opera, il recupero delle carote e la loro descrizione), dovranno essere coordinate e controllate da un geologo qualificato, il quale dovrà essere sempre presente in cantiere e curare in particolare i seguenti aspetti:

- verifica della corretta ubicazione dei punti di indagine con sistema GPS; tale strumentazione dovrà avere caratteristiche tecniche in grado di fornire una precisione di posizionamento pari \pm a 3 cm;
- verifica della corretta esecuzione delle indagini, secondo le modalità prescritte dal presente piano;
- compilazione di diagrammi, stratigrafie e descrizioni delle carote estratte nel corso dei sondaggi.

Per ogni foro di sondaggio devono essere fornite la descrizione stratigrafica del sondaggio, quantomeno le seguenti indicazioni:

- denominazione del cantiere;
- committente;
- Stazione Appaltante e Prestatore di servizi;
- quota altimetrica e coordinate E e N del punto di indagine;
- data di inizio e fine perforazione;
- metodo di perforazione;
- caratteristiche dell'attrezzatura di perforazione e carotiere impiegati nei diversi tratti;
- velocità e spinta di avanzamento in perforazione;
- diametro del foro;
- profondità raggiunta dal sondaggio;
- profondità di prelievo dei campioni;
- percentuale di carotaggio;
- indice RQD (nel caso di attraversamento del substrato roccioso);
- profondità e tipo della falda, quota della stabilizzazione dell'acqua nel foro;
- eventuali franamenti delle pareti;
- rifluimenti dal fondo, perdite d'acqua ecc.;
- riproduzione fotografica della carota/campione;
- avvenimenti degni di nota.

Inoltre, riguardo alla stratigrafia, per ciascuno strato attraversato dovranno essere specificati almeno i seguenti parametri:

- tipo di terreno;
- condizioni di umidità naturale;
- consistenza;
- colore;

- struttura ;
- particolarità;
- litologia e origine.

Ed ancora, oltre alla registrazione della stratigrafia, il geologo responsabile del cantiere annoterà nella documentazione di lavoro ogni notizia utile, ad esempio:

- rifluimenti in colonna;
- manovre di campionamento o prove non condotte a termine.

Infine, al termine di ciascun sondaggio dovrà essere rilevata la posizione esatta del punto investigato, in modo da poter essere riportata nel rilievo topografico finale.

7.1. Realizzazione dei fori di sondaggio

I sondaggi dovranno essere realizzati a carotaggio continuo a secco utilizzando un carotiere ambientale apribile di diametro Ø 101 mm e con colonna di manovra a seguire Ø 127 mm. Nel caso in cui vi siano problemi nell'infissione del rivestimento, eccezionalmente si potrà far uso di acqua pulita. La profondità di perforazione dei sondaggi/piezometri sarà pari, come detto, a 10,00 m, anche se questa potrà essere suscettibile di variazioni in fase operativa in funzione della stratigrafia intercettata e delle particolari caratteristiche o esigenze riscontrate.

Gli utensili di perforazione e le modalità di impiego dovranno comunque essere tali da garantire una percentuale di recupero di almeno il 90%.

Nel corso della perforazione a carotaggio continuo a secco, ogni manovra sarà di 1 m circa. Le perforazioni saranno eseguite a bassa velocità di rotazione per evitare il riscaldamento dei materiali e dovranno inoltre essere utilizzati, quali lubrificanti nelle aste di manovra esclusivamente oli vegetali o comunque di composizione chimica tale da non pregiudicare il campionamento e le successive analisi dei campioni di terreno, evitando in ogni caso l'immissione nel sottosuolo di sostanze estranee.

Nel corso delle perforazioni dovranno essere adottati inoltre i seguenti accorgimenti:

- Rimozione dei lubrificanti dalle zone filettate;
- Dopo l'estrazione della carota, il carotiere e tutte le attrezzature impiegate saranno lavate con idropulitrice termica a vapore (temperatura 100 °C circa) e lasciate ad asciugare all'aria, prima della successiva operazione di carotaggio;
- L'acqua prodotta da tale operazione sarà stoccata e di seguito gestita in ottemperanza della normativa sulla gestione e smaltimento dei rifiuti liquidi;
- Si dovrà predisporre una vasca di opportune dimensioni e quant'altro ritenuto necessario per l'idonea esecuzione delle operazioni di decontaminazione e pulizia;
- Si dovranno impiegare esclusivamente corone e scarpe non verniciate;
- Dovranno essere accuratamente eliminati i gocciolamenti di olio dalle parti idrauliche;
- Si dovranno utilizzare, sia per i campioni d'acqua che di terreno esclusivamente contenitori nuovi.

Gli otto fori di sondaggio da attrezzare a piezometro dovranno essere alesati con rivestimento di diametro $\varnothing 177$ mm e successivamente completati con la posa in opera di tubi piezometrici microfessurati e ciechi in HDPE dal diametro di 4 pollici. Il tratto microfessurato sarà definito in base alla stratigrafia degli orizzonti incontrati. Nel tratto fessurato, in corrispondenza della intercapedine compresa tra il tubo piezometrico ed il foro, dovrà essere costituito un setto drenante con ghiaietto siliceo calibrato, lavato e arrotondato ($\varnothing = 2\div 4$ mm), da fondo foro sino a 0,50 m sopra il top del tratto filtrante.

Quest'ultima operazione sarà effettuata per stadi successivi alternando l'immissione del ghiaietto nel foro con l'estrazione della tubazione di rivestimento al fine di evitare il blocco del tubo piezometrico. Nella parte immediatamente sopra il ghiaietto verrà poi posto uno strato di sabbia per uno spessore di 50 cm circa, e la restante parte del foro verrà sigillata usando una miscela ternaria di acqua-cemento bentonite.

Per isolare il manto drenante dovrà essere realizzato un tappo di sigillatura versando dall'alto miscela cemento-bentonite (peso specifico approssimativo: 1,80 kg/l) fino a raggiungere il p.c. ed evitare l'eventuale infiltrazione di acque dalla superficie e rendere solido il piezometro con le pareti del foro.

Le parti basale e iniziale del tubo saranno chiuse con tappi avvitati ed inoltre in superficie sarà posto in opera un pozzetto di protezione dato da un chiusino metallico dotato di lucchetto e relativa palina di segnalazione.

Nel corso della perforazione verrà rilevato in maniera sistematica il livello della falda nel foro, annotando quanto segue:

- livello dell'acqua nel foro rispetto al p.c.;
- quota del fondo foro;
- quota della scarpa del rivestimento;
- data e ora delle misure.

La misurazione del livello statico della falda in ciascun tubo piezometrico sarà eseguita con freatimetro, utilizzando e indicando nella relazione a corredo delle attività e nei rapporti giornalieri, la procedura standard di misurazione prescelta.

Prima di procedere al prelievo dei campioni di acqua di falda dovrà essere eseguita la misura del livello piezometrico e di seguito lo spurgo del piezometro.

7.2. Tombatura fori di sondaggio

Tutti i fori di sondaggio realizzati, ad eccezione di quelli attrezzati a piezometro, dovranno essere riempiti con sabbia a granulometria medio fine da fondo foro a 0,30 m da p.c.; l'ultimo tratto del foro, da -0,30 m al p.c., dovrà essere riempito con bentonite in pellets.

7.3. Rilievo topografico

Per tutti i punti di ubicazione dei sondaggi e dei piezometri realizzati dovrà essere fornita l'ubicazione reale ovvero dovrà essere rilevata la posizione planimetrica e la quota altimetrica.

Le coordinate E e N e le quote ellissoidiche dovranno fare riferimento all'ellissoide WGS84 fuso 33 e dovranno essere determinate appoggiandosi ad almeno n. 3 Caposaldi di Livellazione nota IGM 95, facilmente individuabili e stabili nel tempo,

Coordinate E e N

Dovranno essere fornite le coordinate geografiche espresse in gradi, primi e frazioni di primo e le rispettive coordinate piane UTM metriche, il tutto con una precisione contenuta entro +/-3 cm.

Quote ellissoidiche

Le quote ellissoidiche dovranno essere espresse in metri e riferite al livello medio del mare; la precisione delle misure dovrà essere contenuta entro +/- 6 cm.

8. CAMPIONAMENTO DEI TERRENI E DELLE ACQUE SOTTERRANEE

I campioni di terreno destinati alle prove di laboratorio, accuratamente imballati, saranno inviati dall'Affidataria al laboratorio preventivamente concordato con la Stazione Appaltante.

Il quantitativo di campione prelevato deve essere sufficiente per tutte le determinazioni analitiche da effettuare in laboratorio.

Le modalità e gli accorgimenti da seguire nelle fasi di campionamento terreni saranno descritte in seguito.

L'ubicazione orientativa dei punti di sondaggio è riportata nella "Carta dell'ubicazione delle indagini" di cui all'Elaborato n. 2 - Carte Tematiche: Essa potrà essere opportunamente modificata sulla base sia dell'effettiva accessibilità dei punti di campionamento, sia della presenza/assenza di quantità sufficiente di matrice da prelevare.

8.1. Modalità di prelievo dei campioni di terreno

Una volta estratta la carota e sistemata la stessa nell'apposita cassetta catalogatrice, il campionamento verrà condotto selezionando dal carotaggio il tratto destinato al laboratorio di analisi.

Il prelievo dovrà avvenire sempre entro 1 ora dal carotaggio.

Ogni campione di terreno andrà suddiviso in due aliquote (una per l'analisi da condurre ad opera dei soggetti privati e una terza aliquota a disposizione per l'eventuale contraddittorio), oltre al campione richiesto dall'Ente di controllo preposto alla validazione.

Le attività di controllo delle analisi da Parte delle Autorità Competenti riguarderanno comunque soltanto il 10% dei campioni di terreno prelevati, pari quindi a circa n. 9 campioni (arrotondati per eccesso).

Tutti i campioni prelevati per l'esecuzione delle analisi previste nel presente piano di caratterizzazione (sia i campioni per il laboratorio che per gli eventuali campioni per il contraddittorio), accuratamente imballati, saranno inviati dall'Affidataria al laboratorio e verranno conservate ad idonea temperatura, a cura e gestione della ditta Affidataria, sino all'esecuzione e validazione delle analisi di laboratorio da parte dell'Ente di controllo preposto.

In campo, le analisi organolettiche e visive delle carote permetteranno di selezionare, all'interno dei sondaggi, eventuali ulteriori campioni ritenuti più rappresentativi per delineare lo stato di contaminazione. Il campione sarà prelevato quanto più possibile lontano dalle zone di surriscaldamento della carota, scartando in campo il materiale grossolano (> 2 cm), secondo quanto disposto dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

I criteri di campionamento dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla vigente normativa in materia di bonifiche e secondo gli standard UNI EN ISO 9001, che prevede l'applicazione delle norme tecniche UNI 10802.

Immediatamente dopo l'estrusione della carota occorrerà prelevare i campioni relativi alle indagini

da condurre sulle sostanze volatili utilizzando la metodica AST M D4547-91 o EPA5035-97 o metodiche che forniscono prestazioni equivalenti.

Il campione prelevato da ogni intervallo dovrà essere preventivamente omogeneizzato e suddiviso in due sub campioni (dove previsto in tre sub campioni per l'aliquota di controllo per ARPA), uno dei quali deve essere conservato, come detto, in un contenitore di teflon o in alternativa in HDPE a temperatura compresa tra -18 °C e -25 °C e tenuto a disposizione della stazione Appaltante per eventuali analisi di controllo (campione di controllo).

Il campione destinato alle prove di laboratorio, dovrà essere prontamente suddiviso in aliquote, necessarie all'esecuzione di tutte le analisi previste, conservato in contenitori in HDPE e/o vetro dotati di controtappo in Teflon o alluminio e tappo a vite a chiusura ermetica. Tutti i contenitori impiegati dovranno essere rigorosamente nuovi.

Indicativamente il campione prelevato dovrà essere suddiviso in sub-campioni e posto nei contenitori di seguito indicati:

- Decontaminati da 500/1.000 ml in HDPE per la determinazione dei metalli e dei composti organici volatili dotati di controtappo in Teflon o alluminio e tappo a vite a tenuta;
- Decontaminati da 500/1.000 ml di vetro dotati di controtappo in Teflon o alluminio e tappo a vite a tenuta per la determinazione degli inquinanti organici e dei restanti analiti.

È possibile prevedere inoltre il prelievo di un'aliquota di campione da destinare all'analisi granulometrica, al contenuto d'acqua e al peso specifico; in questo caso si utilizzeranno sacchetti in polietilene ad alta resistenza, con sistema di chiusura ermetica o a nastro.

In ogni caso il quantitativo di campione (sub-campioni) da prelevare e da avviare alle analisi di laboratorio deve essere sempre sufficiente per tutte le determinazioni analitiche previste.

Tutti i campioni di terreno raccolti in campo, saranno mantenuti, prima e durante il trasporto in laboratorio, in appositi contenitori frigoriferi, ad una temperatura di 4 °C, evitando l'esposizione alla luce e saranno accompagnati da catena di custodia compilata a cura del tecnico specializzato e registrata dal laboratorio analitico competente.

Il prelievo dei campioni dovrà comunque in ogni caso essere sempre concordato ed effettuato in accordo con il laboratorio d'analisi.

Onde evitare fenomeni di "cross contamination", come detto, le attrezzature per il prelievo del campione saranno bonificate tra un campionamento ed il successivo e più precisamente, si eseguiranno le seguenti operazioni di campo:

- i fogli di polietilene usati come base di appoggio delle carote, saranno rinnovati ad ogni prelievo;
- i campioni saranno preparati facendo uso di opportuna paletta di acciaio inox, la quale, dopo la preparazione delle aliquote previste per ogni singolo campione, sarà lavata facendo uso del solvente acetone e successivamente di acqua potabile; la stessa sarà infine asciugata con carta;

- il carotiere e le aste utilizzate nel corso della perforazione, al termine del prelievo di ciascuna carota e prima dell'esecuzione del sondaggio successivo, saranno accuratamente pulite con acqua potabile utilizzando una attrezzatura tipo idropulitrice termica a vapore (temperatura 100 °C circa) e lasciate asciugare all'aria.

I rifiuti prodotti dalle operazioni di pulizia, sia solidi che liquidi, dovranno essere gestiti e di seguito smaltiti secondo la normativa vigente.

Nella formazione del campione da inviare ad analisi verranno osservate le seguenti procedure:

- si provvederà a scartare, in campo, la frazione superiore ai 2 cm, secondo quanto disposto dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.;
- verranno identificati e scartati i materiali estranei che possano alterare i risultati finali (pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie, ecc.), indicandoli opportunamente nel rapporto di campionamento;
- il campione verrà omogeneizzato per avere una distribuzione uniforme dei contaminanti;
- il campione sarà suddiviso in più parti omogenee adottando metodi di quartatura ufficiali sopraindicati;
- i contenitori in vetro o teflon o HDPE, saranno completamente riempiti di campione, sigillati, etichettati e inviati nel minore tempo possibile al laboratorio di analisi, insieme con le note di prelevamento. Si procederà in ogni caso alla conservazione dei campioni stessi in ambiente refrigerato;
- le operazioni di formazione del campione saranno effettuate con strumenti decontaminati dopo ogni operazione e con modalità adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale.

Le suddivisioni proposte dei livelli potranno comunque subire variazioni sulla base delle osservazioni sulla stratigrafia della carota. Inoltre, nel caso in cui i livelli selezionati coincidano con substrato roccioso con caratteristiche granulometriche tali che presuppongano l'assenza di contaminazione (ad esempio materiale grossolano), dovrà essere comunque prelevata la rimanente sezione di materiale incoerente campionabile.

In ogni caso il quantitativo di campione da prelevare e da avviare alle analisi di laboratorio deve essere sempre sufficiente per tutte le determinazioni analitiche previste.

Tutti i campioni prelevati, verranno così identificati:

1. designazione della Stazione Appaltante;
2. sito di indagine;
3. sigla identificativa del sondaggio;
4. sigla identificativa del campione;
5. data e ora di prelievo;
6. numero dell'aliquota;
7. quota e/o intervallo di prelievo.

È importante aggiungere che, per evitare qualsiasi tipo di manomissione sui campioni di controllo, i loro contenitori dovranno essere chiusi con adeguato sistema di sigillatura (ad esempio piombatura) di cui deve essere fornito tagliando di identificazione in copia alla supervisione delle attività.

Per quanto riguarda l'imballaggio, una volta confezionati e sigillati, tutti i campioni, sia quelli destinati al laboratorio che quelli di controllo, saranno sistemati in apposite cassette dotate di adeguati separatori ed imbottiture alle estremità, onde assorbire le inevitabili vibrazioni lungo il tragitto verso il laboratorio.

Le cassette dovranno essere collocate in un locale idoneo a proteggerle dal sole ed alle intemperie, fino al momento della spedizione.

Le cassette, onde facilitarne il maneggio, saranno inoltre dotate di coperchio e maniglie; sul coperchio si indicherà la parte alta.

8.2. Modalità di prelievo dei campioni di acque sotterranee e operazioni sui piezometri

Da ciascuno dei n. 8 piezometri realizzati, dovrà essere effettuato un campionamento delle acque di falda, secondo le modalità di seguito riportate.

I piezometri realizzati, come detto, saranno condotti fino alla profondità di 10 m dalla quota del p.c. in maniera da poter intercettare e caratterizzare l'eventuale strato saturo della falda superficiale.

8.2.1. Spurgo dei piezometri

Tutti i piezometri dovranno essere spurgati prima del campionamento, e l'attrezzatura relativa dovrà essere accuratamente pulita. Tali operazioni dovranno essere eseguite con una pompa sommersa, azionata da un gruppo elettrogeno. Preliminarmente allo spurgo, il volume d'acqua nel pozzo deve essere calcolato con la seguente equazione:

$$V = nR^2L$$

Dove:

- V = volume d'acqua da rimuovere;
- n = numero di volumi d'acqua nel pozzo;
- R = raggio del pozzo;
- L = colonna d'acqua all'interno del pozzo.

Per effettuare uno spurgo adeguato, devono essere rimossi almeno tre volumi calcolati come sopra indicato e comunque le operazioni di spurgo dovranno essere protratte fino all'ottenimento di acque chiarificate. L'acqua di spurgo deve essere raccolta in un contenitore di volume noto per confermarne l'avvenuta rimozione ed il volume relativo annotato nel modulo di campionamento acque sotterranee,

L'acqua di risulta prodotta nell'operazione di spurgo del piezometro dovrà essere gestita secondo la normativa vigente in materia di rifiuti liquidi. I tempi e i modi operativi di gestione di tali rifiuti dovranno essere comunicati tempestivamente alla Stazione Appaltante.

8.2.2. Prelievo dei campioni di acque sotterranee dai piezometri

A seguito delle operazioni di spurgo si procederà al prelievo di n. 1 campione di acqua sotterranea per ciascun piezometro realizzato da sottoporre ad analisi di laboratorio.

Il campione dovrà essere prelevato in condizioni idrodinamiche naturali ristabilite e comunque entro 24 ore dallo spurgo del pozzo.

Riguardo le attrezzature da utilizzare per il campionamento, potranno essere impiegati i seguenti sistemi:

- campionatore statico tipo Bayler (in teflon o PE): in tal caso per ogni prelievo dovrà essere utilizzato un campionatore nuovo ed ancora sigillato al fine di evitare ogni possibilità di contaminazione;
- elettropompa sommersa di minima portata;
- campionatore pneumatico.

In totale saranno quindi prelevati n. 8 campioni di acqua sotterranea, tutti in duplice aliquota (campione di controllo e campione per il laboratorio) oltre al campione richiesto dall'Ente di controllo preposto alla validazione.

Le attività di controllo delle analisi da parte delle Autorità Competenti riguardano il 10% dei campioni complessivi quindi si prevede il prelievo di ulteriori n. 1 campioni per la validazione da inviare all'ente di controllo.

I contenitori utilizzati saranno in ogni caso rigorosamente nuovi e, prima della raccolta del campione, saranno avvinati col campione stesso.

Il campione prelevato sarà identificato ed etichettato specificando:

- il sito di indagine;
- il codice del piezometro;
- il codice del campione;
- la data e l'ora di prelievo.

Inoltre, per ogni campione prelevato ed inviato al laboratorio di analisi dovrà essere redatta una scheda di campionamento in cui saranno riportate le principali caratteristiche macroscopiche ed altre informazioni utili emerse nel corso del campionamento.

I contenitori destinati alla raccolta del campione, da sottoporre ad analisi e non, dovranno essere sigillati in campo e univocamente identificati.

La sigillatura dovrà garantire un elevato sistema di protezione da manomissione e potrà avvenire in buste chiuse con regette numerate o con buste a chiusura adesiva (o simili) in ogni caso con contro matrice; dovrà altresì essere predisposto un registro su cui annotare i codici dei campioni e le matrici associate. Tale sistema di sigillatura o altri similari dovranno essere comunque sottoposti e approvati dalla supervisione delle attività.

8.2.3. Rilievo del livello piezometrico

Per la misura del livello piezometrico, tutti gli strumenti di misura dovranno essere calibrati secondo le modalità previste dal costruttore. La calibrazione dovrà essere verificata prima dell'utilizzo degli stessi. Gli strumenti dovranno inoltre essere decontaminati prima e dopo ogni utilizzo, ossia per ogni piezometro rilevato.

Prima dello spurgo, è necessario determinare la soggiacenza della falda dalla testa pozzo (o da altro punto di riferimento) e la profondità totale del pozzo. Il punto di riferimento della misura deve essere chiaramente indicato sul modulo di campionamento acque sotterranee.

La misura del livello piezometrico dovrà essere eseguita mediante l'utilizzo di sonda elettrica centimetrata, in grado di emettere un segnale acustico e luminoso al contatto con la superficie piezometrica. E' opportuno rilevare la profondità della falda con precisione pari a ± 0.5 centimetri e la profondità del pozzo con precisione pari a ± 1.0 centimetro. Gli errori sistematici e casuali insiti in questo tipo di misura, nonché la strumentazione utilizzata, rendono inutile apprezzare le letture sino al millimetro.

Il punto di riferimento delle misure di livello (tipicamente la testa pozzo) dovrà essere preventivamente quotato con un rilievo topografico; la quota di riferimento deve essere chiaramente specificata nel modulo di campionamento acque sotterranee.

8.2.4. Log di conducibilità elettrica

Nei piezometri realizzati, dopo lo spurgo degli stessi, dovranno essere effettuate misure di campo con sonda multiparametrica. In particolare, al fine di poter rilevare la posizione dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata, in tutti i piezometri saranno immerse delle sonde parametriche in grado di rilevare la conducibilità elettrica in funzione della profondità a intervalli costanti di 0,50 m.

I dati di conducibilità rilevati dalla sonda dovranno essere riportati in un opportuno sistema di riferimento in scala logaritmica in funzione della profondità. In questo modo si individuerà, in corrispondenza del cambio della pendenza del grafico, l'interfaccia acqua dolce e acqua salata, quest'ultima caratterizzata da un valore di conducibilità elettrica decisamente superiore a quello dell'acqua dolce. I sensori allo scopo utilizzati dovranno essere calibrati con alta precisione e tenuti sotto osservazione per almeno 6 mesi dalla data di fabbricazione, nonché tarati prima dell'inizio del cantiere.

In tal senso dovrà essere presentato un certificato di calibrazione e taratura dello strumento effettuato non anteriore a tre mesi dall'inizio delle attività di rilievo di cui sopra.

L'acquisizione dovrà iniziare dal pelo libero della falda e terminare a circa 50 cm dal fondo del pozzo,

In contemporanea al rilievo della conducibilità elettrica con la profondità, all'atto del prelievo in sito, si andranno anche a rilevare seguenti parametri chimico-fisici:

- pH;
- Potenziale REDOX;

- Temperatura;
- Ossigeno disciolto (% e p.p.m.).

L'acqua utilizzata per le misure non deve comunque andare a costituire parte del campione. Durante il campionamento si dovrà procedere inoltre con valutazioni qualitative dei parametri organolettici (odore, colore, torbidità), registrate nel modulo di campionamento acque sotterranee.

8.3. Modalità di trasporto e conservazione dei campioni

Il trasporto dei campioni al laboratorio di analisi verrà effettuato nel più breve tempo possibile e comunque entro 24 ore dal prelievo, con tutte le precauzioni necessarie per evitare il danneggiamento dei campioni.

In ogni caso, nel tempo intercorrente tra il campionamento ed il trasporto, i campioni dovranno essere temporaneamente conservati in campo, riposti in frigoriferi/contenitori del tipo elettrico (a pozzetto o verticale) di adeguate dimensioni, ovvero idonei a contenere il materiale relativo ad almeno 2 giorni di campionamento (considerando sia i campioni solidi che quelli liquidi). I campioni dovranno essere mantenuti ad una temperatura intorno a 4 °C , evitando una prolungata esposizione alla luce e consegnati al laboratorio facendo uso di contenitori frigo portatili. Sarà onere a carico dell'Affidataria provvedere a spedire al laboratorio selezionato per le analisi i campioni così confezionati, previa verifica della lista di spedizione.

I campioni consegnati al laboratorio dovranno essere conservati in modo da non alterarne le caratteristiche originarie. All'atto della consegna si verificheranno le condizioni di sigillatura dei campioni e si segnaleranno tempestivamente alla Stazione Appaltante eventuali danni che potrebbero aver alterato le condizioni originarie dei campioni.

Tutte le prescrizioni ed indicazioni fornite relativamente al campionamento, imballaggio e trasporto di campioni di terreni valgono anche per i campioni di rifiuti che eventualmente dovessero essere rinvenuti nelle carote.

Una volta in laboratorio, tutti i campioni da sottoporre ad analisi, sia di terreno che di acque di falda, dovranno essere sottoposti, nel più breve tempo possibile, alle analisi indicate in tale piano di caratterizzazione (vedi Capitolo 8), mentre tutti i campioni di controllo dovranno essere accuratamente conservati, presso il laboratorio di analisi incaricato (a cura e spese dell'Affidataria), in frigoriferi a temperatura compresa tra -18 °C e -25 °C per i terreni e a +4 °C per le acque e tenute a disposizione della stazione Appaltante per l'esecuzione delle eventuali analisi, per un periodo di almeno tre mesi dalla data del prelievo e comunque fino ad avvenuta validazione dei risultati da parte dell'ente di controllo competente e successivamente smaltiti secondo la vigente normativa.

I campioni per le analisi di laboratorio che, per qualsiasi ragione, non potranno essere sottoposte nell'immediato alle analisi previste, dovranno anch'essi essere accuratamente conservati in frigo (secondo le modalità su descritte per i campioni di controllo), fino a quando non saranno sottoposti alle

suddette analisi previste.

Ne consegue che il laboratorio incaricato delle analisi dovrà essere dotato di frigoriferi di volumetria idonea al contenimento simultaneo di tutti i campioni prelevati, specifici per le temperature indicate e dedicati al contenimento dei soli campioni prelevati in attuazione delle attività in oggetto, Tali campioni dovranno pertanto essere conservati separatamente da campioni provenienti da altre attività del laboratorio.

Le modalità di prelievo di tutti i campioni dovranno comunque essere definite ed effettuate, prima dell'inizio delle attività di campo, in accordo con il laboratorio d'analisi.

In merito ai campioni delle acqua di falda, all'atto del prelievo questi saranno stabilizzati e conservati in conformità alle norme CNR-IRSA. Le aliquote dei campioni dovranno essere trattate e conservate in funzione dei parametri analitici da ricercare come descritto di seguito:

- determinazioni dei metalli: dovranno essere eseguite su campioni di acqua non filtrata e sedimentata per almeno 2 ore; le aliquote di surnatante devono essere stabilizzate secondo la procedura indicata da IRSA. I campioni saranno conservati in bottiglie di polietilene con contro tappo (rif. Parere ISS 0060038 1.A.12 del 14.02.2002);
- determinazioni degli inorganici: dovranno essere eseguite sul tal quale e la conservazione dovrà prevedere l'uso di bottiglie in polietilene;
- determinazioni delle sostanze organiche: dovranno essere eseguite sul tal quale e la conservazione dovrà prevedere l'uso di bottiglie di vetro scuro.

9. ATTIVITÀ DI LABORATORIO

I laboratori incaricati per le analisi devono operare con criteri di Buona Pratica di Laboratorio rispondenti a quanto indicato dalla norma UNI EN CEI ISO/IEC 17025:2000, specificando i criteri stabiliti e documentando le modalità utilizzate per l'assicurazione qualità del dato (es. partecipazione continua a circuiti intercalibrazione nazionale e/o internazionale).

Le procedure analitiche utilizzate per la determinazione dei parametri ricercati devono essere scelte fra quelle riportate nei protocolli nazionali e/o internazionali (IRSA/CNR, EPA, ISO, etc.), se esistenti, In assenza di un protocollo come sopra specificato dovrà essere documentabile la validità della procedura utilizzata. In ogni caso i laboratori devono fornire un Rapporto di Prova, datato e firmato dal responsabile del laboratorio, che riporti quantomeno:

- identificazione univoca del campione analizzato;
- elenco dei parametri determinati, con relativo risultato analitico ottenuto;
- incertezza di misura espressa nella stessa unità di misura del risultato;
- metodo di riferimento usato;
- limite di quantificazione/rilevabilità dello strumento/metodo utilizzato.

Tutti i metodi analitici utilizzati, riconosciuti a livello nazionale ed internazionale dovranno presentare valori di rilevabilità ove possibile pari a 1/10 dei limiti proposti dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.:

- Tabella 1, Colonna A, Allegato 5, Titolo V, Parte Quarta del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., per le analisi da eseguire sui campioni di terreno;
- Tabella 2, Allegato 5, Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 per le analisi da eseguire sui campioni di acque sotterranee.

Per quanto concerne invece la determinazione delle caratteristiche granulometriche dei terreni, questa deve prevedere l'individuazione delle principali frazioni dimensionali (ghiaia, sabbia, silt e argilla) secondo le classi dimensionali riportate nella seguente tabella.

Frazioni Dimensionali		Dimensioni
Ghiaia		> 2 mm
Sabbia		2 mm > x > 0,063 mm
Pelite	Silt	0,063 mm > x > 0,004 mm
	Argilla	< 0,004 mm

Tabella 6: Principali frazioni dimensionali da individuare nell'ambito delle indagini granulometriche

La caratterizzazione della frazione pelitica nelle frazioni silt e argilla è richiesta per tutti i campioni aventi percentuale di frazione pelitica maggiore del 10%.

Per l'esecuzione di tale caratterizzazione si consiglia l'uso di un sedigrafo a raggi X o di un granulometro laser, oppure di strumentazione idonea a fornire tale informazione analitica.

L'Ente di controllo dovrà comunque, come si è già detto, eseguire almeno il 10% delle analisi di validazione, sia per i terreni che per le acque,

Di seguito si riportano le analisi di laboratorio previste in relazione alle diverse matrici da indagare.

9.1. Analisi da effettuare sui campioni di terreno

Sui n. 88 campioni di terreno prelevati in totale, saranno effettuate determinazioni analitiche secondo quanto specificato nei paragrafi precedenti; tali analisi saranno finalizzate al calcolo delle concentrazioni degli elementi contaminanti ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. (Tabella 1, Colonna A, Allegato 5, Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.).

Su una percentuale significativa dei campioni prelevati e analizzati, ovvero su quelli risultati maggiormente contaminati, verranno inoltre eseguite analisi di classificazione secondo il Nuovo Catalogo Europeo dei Rifiuti ai sensi della Decisione 2000/532/CE e ss.mm.ii. e analisi finalizzate alla verifica dell'ammissibilità dei terreni in discarica, ai sensi del Decreto MATTM 27 settembre 2010 (Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica), attuativo del D.Lgs. n. 36 del 13 Gennaio 2003.

I risultati delle analisi sul tal quale saranno utilizzate inoltre anche per considerazioni sulla tossicità e nocività dei rifiuti speciali ai sensi della Tabella 1.1, Delibera Comitato Interministeriale 27.07.1984 (Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del D.P.R. 10 settembre 1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti).

La ricerca dei Composti Organici Volatili dovrà essere eseguita sul campione tal quale non essiccato e non sottoposto al vaglio di 2 mm.

Le determinazioni analitiche dovranno essere riportate sia in termini di concentrazione riferita al totale (comprensivo dello scheletro e privo della frazione > 2 cm scartata in situ) che in termini di concentrazione riferita al passante ai 2 mm, al fine di poter valutare eventuali differenze sostanziali e correlare la contaminazione alla granulometria.

9.1.1. Dettagli sulla tipologia e sul numero di analisi da eseguire sui terreni

Sui campioni superficiali da analizzare, pari a n. 16, si determineranno anche le concentrazioni di Diossine e furani, Amianto e PCB, questi ultimi ricercando i congeneri 28, 52, 77, 81, 101, 105, 114, 118, 123, 126, 128, 138, 153, 156, 157, 167, 169, 170, 180 e 189.

La quantificazione analitica delle diossine, dei furani e dei PCB dovrà avvenire per mezzo di metodologie ad alta risoluzione.

Il parametro Amianto dovrà essere cercato come amianto e non come fibre libere, secondo quanto indicato nella nota ISS PROT. 024711 IA/12 del 25.07.2002. La metodica idonea da utilizzare è quella della diffrazione a raggi X (XRD) oppure IR Trasformata di Fourier (FTIR), Nel caso si adotti il metodo FTIR dovrà necessariamente essere indicata la procedura analitica seguita.

Per quanto riguarda i parametri: Composti Aromatici, IPA, Alifatici clorurati, Alifatici alogenati cancerogeni, Nitrobenzeni, Clorobenzeni, Fenoli non clorurati, Fenoli clorurati, Ammine aromatiche, Idrocarburi Leggeri (C < 12) e Idrocarburi Pesanti (C > 12), essi andranno ricercati solamente sul 20% dei campioni da analizzare ovvero su un totale di n. 18 campioni. In caso di superamento delle CSC si estenderà la ricerca secondo criteri da definire in campo e comunque in accordo con l'ente di controllo.

Relativamente ai parametri idrocarburi C>12 da determinarsi sui campioni di suolo, il laboratorio dovrà fare riferimento a quanto riportato nelle linee guida e manuali ISPRA 75/2011.

Tutte le metodologie analitiche individuate dovranno avere limite di rilevabilità, ove possibile, pari a 1/10 dei limiti previsti dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.. In merito alle metodiche analitiche dovranno essere utilizzati metodi riconosciuti a livello nazionale e/o internazionale, qualora il laboratorio adotti metodi di prova interni, questi dovranno essere accreditati secondo le procedure UNI EN ISO 17025.

In Tabella 7 si riporta la lista degli analiti da ricercare nei campioni di terreno con le relative quantità.

Gruppo	Analita	U.M.	Quantità
Parametri Fisici	pH	u. pH	88
	Contenuto d'acqua	%	88
	Peso dell'unità di volume	g/cm ³	88
	Granulometria	%	88
	Residuo a 105 °C	%	88
	Residuo a 600°C	%	88
Composti Inorganici	Antimonio	mg/kg	88
	Arsenico	mg/kg	88
	Berillio	mg/kg	88
	Cadmio	mg/kg	88
	Cobalto	mg/kg	88
	Cromo totale	mg/kg	88
	Cromo VI	mg/kg	88
	Mercurio	mg/kg	88
	Nichel	mg/kg	88
	Piombo	mg/kg	88
	Rame	mg/kg	88
	Selenio	mg/kg	88
	Composti Organo-Stannici	mg/kg	88
	Tallio	mg/kg	88
	Vanadio	mg/kg	88
	Zinco	mg/kg	88
Composti Aromatici	Cianuri	mg/kg	88
	Fluoruri	mg/kg	88
	Benzene	mg/kg	18
	Etilbenzene	mg/kg	18
	Toluene	mg/kg	18
	Xilene	mg/kg	18
Aromatici Policiclici	Stirene	mg/kg	18
	Benzo(a)antracene	mg/kg	18
	Benzo(a)pirene	mg/kg	18
	Benzo(b)fluorantene	mg/kg	18
	Benzo(k)fluorantene	mg/kg	18
	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	18
	Crisene	mg/kg	18
	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	18
	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	18
	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	18
	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	18
	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	18
Indenopirene	mg/kg	18	
Pirene	mg/kg	18	
Alifatici Clorurati Cancerogeni	Clorometano	mg/kg	18
	Diclorometano	mg/kg	18
	Triclorometano	mg/kg	18
	Cloruro di Vinile	mg/kg	18
	1,2 Dicloroetano	mg/kg	18
	1,1 Dicloroetilene	mg/kg	18
	Tricloroetilene	mg/kg	18
	Tetracloroetilene (PCE)	mg/kg	18
Alifatici	1,1 Dicloroetano	mg/kg	18

Clorurati non Cancerogeni	1,2 Dicloroetilene	mg/kg	18
	1, 1,1 Tricloroetano	mg/kg	18
	1,2 Dicloropropano	mg/kg	18
	1,1,2 Tricloroetano	mg/kg	18
	1,2,3 Tricloropropano	mg/kg	18
	1,1,2,2-Tetracloroetano	mg/kg	18
Alifatici Alogenati Cancerogeni	Tribromometano	mg/kg	18
	1,2-Dibromoetano	mg/kg	18
	Dibromodclorometano	mg/kg	18
	Bromodclorometano	mg/kg	18
Fitofarmaci	Alaclor	mg/kg	88
	Aldrin	mg/kg	88
	Altrazina	mg/kg	88
	Alfa-esacloroesano	mg/kg	88
	Beta-esacloroesano	mg/kg	88
	Gamma-esacloroesano (Lindano)	mg/kg	88
	Clordano	mg/kg	88
	DDD, DDT, DDE	mg/kg	88
	Dieldrin	mg/kg	88
	Endrin	mg/kg	88
Nitrobenzeni	Nitrobenzene	mg/kg	18
	1,2 Dinitrobenzene	mg/kg	18
	1,3 Dinitrobenzene	mg/kg	18
	Cloronitrobenzeni	mg/kg	18
Clorobenzeni	Monoclorobenzene	mg/kg	18
	1,2 Diclorobenzene	mg/kg	18
	1,4 Diclorobenzene	mg/kg	18
	1,2,4 Triclorobenzene	mg/kg	18
	1,2,4,5 Tetraclorobenzene	mg/kg	18
	Pentaclorobenzene	mg/kg	18
	Esaclorobenzene	mg/kg	18
Fenoli non Clorurati	Metilfenolo (o-, m-, p-)	mg/kg	18
	Fenolo	mg/kg	18
Fenoli Clorurati	2 Clorofenolo	mg/kg	18
	2,4 Diclorofenolo	mg/kg	18
	2,4,6 Triclorofenolo	mg/kg	18
	Pentaclorofenolo	mg/kg	18
Ammine Aromatiche	Anilina	mg/kg	18
	o-Anisidina	mg/kg	18
	m-Anisidina	mg/kg	18
	Difenilammina	mg/kg	18
	p- Toluidina	mg/kg	18
Idrocarburi	Idrocarburi leggeri C<12	mg/kg	18
	Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg	18
Altre Sostanze	TOC	%	88
	Amianto	mg/kg	16
	Esteri dell'acido ftalico	mg/kg	18
Diossine e Furani	sommatoria PCDD PCDF	Kg I-TEQ/kg	16
	PCB	mg/kg	16

Tabella 7: Set di analiti da ricercare nei campioni di terreno

In caso di superamento delle CSC verranno effettuate anche analisi sull'eluato per determinare la tipologia di discarica idonea al conferimento dei terreni caratterizzati, nell'ipotesi che tale necessità si rendesse necessaria. Tali analisi, effettuate ai sensi del Decreto MATTM 27 settembre 2010, verranno eseguite su 1 campione ogni 2 punti di sondaggio, quindi, essendo il numero totale di punti di sondaggio pari a 16, si eseguiranno n. 8 analisi sull'eluato.

Analita	U.M.	Quantità
Arsenico	mg/l	8
Bario	mg/l	8
Cadmio	mg/l	8

Cromo Totale	mg/l	8
Rame	mg/l	8
Mercurio	mg/l	8
Molibdeno	mg/l	8
Nichel	mg/l	8
Piombo	mg/l	8
Antimonio	mg/l	8
Selenio	mg/l	8
Zinco	mg/l	8
Cloruri	mg/l	8
Fluoruri	mg/l	8
Solfati	mg/l	8
Indice Fenolo	mg/l	8
DOC	mg/l	8
TDS	mg/l	8

Tabella 8: Set di analiti da ricercare nell'eluato di campioni di terreno, ai sensi del Decreto MATTM 27 settembre 2010

Nel caso in cui, in corso d'opera, vengano identificati ulteriori parametri, correlati con le attività specifiche svoltesi nelle aree specifiche, non ancora individuati, le relative analisi saranno eseguite sull'aliquota del campione appositamente conservato.

9.2. Analisi da effettuare sui campioni di acque sotterranee

Nella tabella seguente si riporta l'elenco dei contaminanti da ricercare sui campioni di acque di falda prelevati nei piezometri localizzati nell'area: la selezione dei composti da ricercare è stata eseguita considerando i contaminanti ricercati sui terreni ricercati nell'area (derivanti dall'analisi degli elementi di criticità ambientale) e descritti nel paragrafo precedente.

Gruppo	Analita	U.M.	Quantità
Parametri Fisici	pH	unità	8
	Conducibilità elettrica	µS/cm	8
	Potenziale redox	mV	8
	O ₂ disciolto	mg/l	8
	Temperatura	°C	8
	BOD ₅	mg/l	8
	COD	mg/l	8
Metalli	TDS	mg/l	8
	Alluminio	µg/l	8
	Antimonio	µg/l	8
	Argento	µg/l	8
	Arsenico	µg/l	8
	Berillio	µg/l	8
	Cadmio	µg/l	8
	Cobalto	µg/l	8
	Cromo totale	µg/l	8
	Cromo V1	µg/l	8
	Ferro	µg/l	8
	Mercurio	µg/l	8
	Nichel	µg/l	8
	Piombo	µg/l	8
	Rame	µg/l	8
	Selenio	µg/l	8
	Manganese	µg/l	8
	Tallio	µg/l	8
Zinco	µg/l	8	
Inquinanti Inorganici	Boro	µg/l	8
	Fluoruri	µg/l	8
	Cianuri liberi	µg/l	8
	Ammoniaca	µg/l	8

	Solfati	µg/l	8
	Nitriti	µg/l	8
Composti Organici Aromatici	Benzene	µg/l	8
	Etilbenzene	µg/l	8
	Stirene	µg/l	8
	Toluene	µg/l	8
	para-Xilene	µg/l	8
Policiclici Aromatici	Benzo(a)antracene	µg/l	8
	Benzo(a)pirene	µg/l	8
	Benzo(b)fluorantene	µg/l	8
	Benzo(k,)fluorantene	µg/l	8
	Benzo(g, h, i,)perilene	µg/l	8
	Crisene	µg/l	8
	Dibenzo(a)pirene	µg/l	8
	Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	8
Alifatici Clorurati Cancerogeni	Indeno(1,2,3 c,d)pirene	µg/l	8
	Pirene	µg/l	8
	Clorometano	µg/l	8
	Triclorometano	µg/l	8
	Cloruro di vinile	µg/l	8
	1,2-Dicloroetano	µg/l	8
	1,1-Dicloroetilene	µg/l	8
	Tricloroetilene	µg/l	8
Alifatici Clorurati non Cancerogeni	Tetracloroetilene (PCE)	µg/l	8
	Esaclorobutadiene	µg/l	8
	1,1 -Dicloroetano	µg/l	8
	1,2-Dicloroetilene	µg/l	8
	1,2-Dicloropropano	µg/l	8
	1,1,2-Tricloroetano	µg/l	8
Alifatici Alogenati Cancerogeni	1,2,3-Tricloropropano	µg/l	8
	1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l	8
	Tribromometano	µg/l	8
	1,2-Dibromoetano	µg/l	8
Nitrobenzeni	Dibromoclorometano	µg/l	8
	Bromodiclorometano	µg/l	8
	Nitrobenzene	µg/l	8
	1,2-Dinitrobenzene	µg/l	8
	1,3-Dinitrobenzeni	µg/l	8
Clorobenzeni	Cloronitrobenzeni	µg/l	8
	Monoclorobenzene	µg/l	8
	1,2 Diclorobenzene	µg/l	8
	1,4 Diclorobenzene	µg/l	8
	Triclorobenzene	µg/l	8
	Tetraclorobenzene	µg/l	8
	Pentaclorobenzene	µg/l	8
Fenoli e Clorofenoli	Esaclorobenzene	µg/l	8
	2-clorofenolo	µg/l	8
	2,4 Diclorofenolo	µg/l	8
	2,4,6 Triclorofenolo	µg/l	8
Ammine Aromatiche	Pentaclorofenolo	µg/l	8
	Anilina	µg/l	8
	Difenilamina	µg/l	8
Fitofarmaci	P-toluidina	µg/l	8
	Alaclor	µg/l	8
	Aldrin	µg/l	8
	Atrazina	µg/l	8
	Alfa-esacloroetano	µg/l	8
	Beta-esacloroetano	µg/l	8
	Gamma-esacloroetano (Linciano)	µg/l	8
	Clordano	µg/l	8
	DD, DDT, DDE	µg/l	8
	Dieldrin	µg/l	8
Endrin	µg/l	8	

Diossine e Furani	Sommatoria PCDD/ PCDF	g I-TEF/l	8
Altre Sostanze	PCB	µg/l	8
	Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	µg/l	8
	Amianto	µg/l	8
	TOC	µg/l	8

Tabella 13: Set di analiti da determinare sui campioni di acque di falda

Le analisi saranno eseguite sul campione tal quale. Nel caso in cui non sia stato possibile l'ottenimento in campo di un campione d'acqua limpida, senza materiale sospeso di natura colloidale o meno, lo stesso dovrà essere filtrato secondo le modalità riportate nel parere ISS prot. 006030 LA.12 del 14.02.2002. In particolare, la determinazione degli idrocarburi totali sarà eseguita nel rispetto delle linee guida ISPRA di cui alla pubblicazione 123/2015.

10. GESTIONE DEI RIFIUTI

Tutti i rifiuti, sia solidi che liquidi, provenienti dalle attività eseguite, dovranno essere gestiti nel rispetto della vigente normativa in materia di trasporto e smaltimento (Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., Decreto MATTM 27 settembre 2010) e secondo le indicazioni contenute nel presente capitolo. Nelle attività previste sono da considerarsi almeno come rifiuti tutti i residui delle attività di perforazione, campionamento, pulizia e decontaminazione delle attrezzature (comprese le acque), residui delle attività di laboratorio (chimiche, fisiche, microbiologiche ecc.), nonché di tutto il materiale, le attrezzature, i dispositivi di protezione individuale a perdere prodotti durante o dopo l'esecuzione delle attività in oggetto, nonché le cassette catalogatrici contenenti le carote da smaltire a fine attività.

I rifiuti e i materiali di risulta prodotti dalle attività di perforazione che non saranno smaltiti immediatamente potranno essere temporaneamente collocati in un'apposita area di stoccaggio (area logistica di cantiere); la loro permanenza in tale area, nell'attesa del successivo smaltimento secondo la normativa vigente, a cura e responsabilità esclusiva del prestatore del servizio, dovrà perdurare entro e non oltre i tre mesi successivi al termine delle attività in sito; trascorso tale termine e fatte salve esplicite disposizioni dalla Committenza, tutti i materiali deposti in cantiere dovranno essere smaltiti a norma di legge.

Il trasporto dei rifiuti al destino finale di smaltimento dovrà avvenire con mezzi adeguati ed autorizzati in ottemperanza alla norma ADR, RID, IMDG quando applicabili e dovrà essere fornito alla stazione appaltante evidenza del loro avvenuto smaltimento secondo le norme di legge in vigore.

Prima dell'inizio delle attività di campo, dovrà essere predisposto un piano di gestione dei rifiuti prodotti nel corso delle attività.

11. TEMPISTICA

Il tempo stimato per l'esecuzione complessiva delle attività di caratterizzazione oggetto della presente relazione viene riportato nell'Elaborato n. 4 - Cronoprogramma. Considerando la possibilità di sovrapposizione di alcune attività, si prevede un impegno complessivo di 90 giorni naturali e consecutivi.